

DE-OS 36 37 165 A1

Column 6, lines 24 to 68

The solution of the object is achieved by a method according to the preamble of claim 1, wherein the sensor system detects situation parameters as well as vehicle parameters and environment parameters, by the following working steps:

A. the evaluation unit calculates from the parameters detected by the sensor system:

1. the relative approaching speed of the object,
2. the theoretical time span until the impact without reaction,
3. the instantaneously required reaction (delay) for the safe prevention of the impact,
4. the possible brake delay in consideration of the vehicle and environmental parameters detected,
5. the beginning and the braking force of a brake action preventing collision,

B. the evaluation discriminates on the basis of the results of A.

EMERGENCY PHASE I when falling below a sufficient safety distance and causes:
acoustic and/or optical warning of the driver,
optical warning of the following traffic by rear warning lights,

EMERGENCY PHASE II when further falling below the safety distance without sufficient reaction and causes:

in addition to the measures of phase I an automatic active braking of the braking system in the previously calculated braking force after A.,

EMERGENCY PHASE III when dramatically falling below the safety distance by a suddenly visible obstacle etc. and causes:

maximum activation of the braking system,
activation of additional safety means such as inflating airbags, extend bumper,
tightening of safety belts etc.

Column 8, line 59 to column 9, line 17

In a further advantageous embodiment, high-sensitive black/white semiconductor cameras comprising at least two objectives in stereo view arrangement can be used as sensors - in some applications also additionally - for distance measurement and for distinguishing immobile or mobile localization objects. The images of these black/white semiconductor cameras are evaluated by an image processing computer in comparison with a predetermined pattern detection program, and the result is preferably in addition to the distinction of an emergency phase of a certain order supplied to the sensor system.

By combining a plurality of these cameras with a special image processing computer, a distance measurement and an assessment of the traffic by a pattern detection program is possible. By the aid thereof, further differentiated decisions, such as avoiding obstacles can be enabled.

For an increased functionality in curves, sensors automatically adapting to the vehicle steering direction are advantageous. They use a rotary support and an alignment through a servo system. As a result thereof, an embodiment of the method proves that automatically trackable sensors variable in direction are used for compensating for the vehicle steering direction.

Column 11, line 64 to column 12, line 8

Fig. 2 shows an additional arrangement of two semiconductor cameras 14, 14' in a stereo view arrangement, whose vision beams 36, 36' detect a slower object 37 driving ahead. These cameras communicate with an image processing computer 15 via signal conductors 38, 38'. A sample detection program is supplied to the image processing computer from a unit 38 with a digital target value input 39. In addition to the remaining

information, the result is supplied to the central board computer by the parameters with the signal line 40 shown in Fig. 1, and is evaluated by the computer 31 in the usual manner as an additional distinction aid.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3637 165 A1

②1 Aktenzeichen: P 36 37 165.3
②2 Anmeldetag: 31. 10. 86
②3 Offenlegungstag: 5. 5. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
G 01 S 13/93
B 60 R 21/00
B 60 Q 9/00
B 60 Q 1/52
G 08 G 1/16
// B60R 21/16,22/46,
H04N 13/00

DE 3637 165 A1

Behördenamt

⑦1 Anmelder:
Ashauer, Rainer, 4600 Dortmund, DE

⑦4 Vertreter:
Henfling, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4600 Dortmund

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

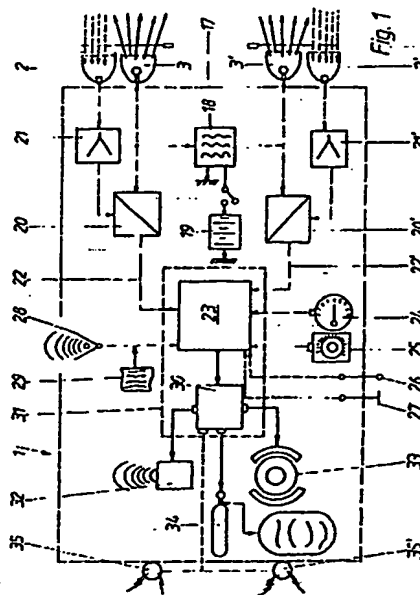
⑤4 Verfahren und Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr

Verfahren und Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr.

Auffahrunfälle im Straßenverkehr sind überwiegend auf wenn auch nur momentane Unaufmerksamkeit des Fahrzeugführers zurückzuführen. Es besteht deshalb das Bedürfnis nach einem in das Fahrzeug integrierten System, das Gefahrensituationen, insbesondere die Gefahr des Auffahrens, unabhängig vom Fahrzeugführer registriert und Gegenmaßnahmen auslöst.

Dem Bedürfnis wird mit einem Verfahren und einer dafür geeigneten Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere im Straßenverkehr gelöst, bei der mit Hilfe von geeigneten Sensorsystemen (2/3, 24, 25, 26, 27) Situations-, Fahrzeug- und Umweltparameter erfaßt werden, die Parameter in einer Auswertereinheit (23) ausgewertet werden und dem ermittelten Gefährlichkeitsgrad der Situation angepaßt, Alarmstufen (32) ausgelöst sowie geeignete Gegenmaßnahmen (33, 34, 35) veranlaßt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren minimiert das auf menschliche Unzulänglichkeit zurückzuführende Gefahrenrisiko im Straßenverkehr, insbesondere was die Gefahr von Zusammenstößen betrifft.



DE 3637 165 A1

1. Verfahren zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, durch Abstandswarnung bewegter oder unbewegter Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge, Verkehrskulissen oder dergleichen Hindernisse im Bereich der Fahrbahn, unter Verwendung eines elektromagnetische Signale sendenden und empfangenden Sensorsystems, wobei dieses eine insbesondere mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer zugeordneten Warneinrichtung zusammenwirkende Auswerteinheit aufweist, welche die Signale verstärkt und auswertet und wobei das Sensorsystem zumindest folgende Parameter erfaßt:

- a) Situationsparameter wie veränderliche Abstände zu vorausfahrenden oder in die Fahrbahn plötzlich einscherenden Objekten,
- b) Fahrzeugparameter wie Eigengeschwindigkeit, Eigengewicht, Lenkstellung,
- c) Umweltparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit/Regen, Glättezustand (Eisgefahr) der Fahrbahn,

gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- a) die Auswerteinheit errechnet aus den vom Sensorsystem erfaßten Parametern: die relative Annäherungsgeschwindigkeit des Objektes, die theoretische Zeitspanne bis zum Aufprall ohne Reaktion, die momentan erforderliche Reaktion (Verzögerung) zur sicheren Verhinderung des Aufpralls, die mögliche Bremsverzögerung unter Berücksichtigung der erfaßten Fahrzeug- und Umweltparameter, den Beginn und die Bremskraft einer die Kollision verhindernden Bremsung,
- b) die Auswertung unterscheidet aufgrund der Ergebnisse von a)

ALARMSTUFE I bei Unterschreitung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes und veranlaßt hierfür: akustische und/oder optische Warnung des Fahrers, optische Warnung des Nachfolgeverkehrs, z. B. durch Warnblinkung nach hinten,

ALARMSTUFE II bei weiterer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes ohne ausreichende Reaktion und veranlaßt hierfür: zusätzlich zu den Maßnahmen der Stufe I eine selbsttätige Aktivierung des Bremssystems in zuvor berechneter Bremskraft nach a),

ALARMSTUFE III bei erheblicher Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich erkennbares Hindernis etc. und veranlaßt: maximale Aktivierung des Bremssystems, Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstangenausfahrgang, Straffung der Sicherheitsgurte

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorsystem zur Ortung eines Ortungsobjektes mindestens je einen vorzugsweise in Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlenden Sender und mindestens je einen Echo-signale nach Reflexion am Objekt auffangenden Empfänger verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise die an sich bekannte Reflexion von ausgestrahltem Infrarotlicht (T) zur Bestimmung von Positionsdaten des Ortungsobjektes verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung des Objektes zwei vom Eigenfahrzeug ausgestrahlte gebündelte Ortungsstrahlen verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung drei Ortungsstrahlen verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung vier Ortungsstrahlen verwendet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ortung mehr als vier Ortungsstrahlen verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen im wesentlichen parallel ausgerichtet sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen um jeweils einen geringen Winkelbetrag von etwa 1° bis 2° divergierend ausgerichtet sind.

10. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortungsstrahlen einen eng begrenzten, einen schmalen Strahlungskeile erzeugenden Ausbreitungswinkel zwischen 1° und 3°, vorzugsweise von 2°, aufweisen.

11. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstrahlungsorte der einzelnen Strahlen im wesentlichen in gleichmäßigen Abständen über die Breite der Fahrzeug-Vorderseite verteilt sind.

12. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz eines jeden Ortungsstrahles mit frequenzmodulierten Signalen überlagert ist und die Ortung eines Objektes bei relativer Geschwindigkeitsänderung zum Eigenfahrzeug durch Messen der Laufzeitveränderung der Signale mit Hilfe der durch Dopplereffekt erzeugten Laufzeit-Interferenzen erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere zur Entfernungsmessung sowie zur Unterscheidung ruhender bzw. bewegter Ortungsobjekte als Sensoren wenigstens zwei Bildobjektive aufweisende hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung verwendet werden, deren Bilder von einem Bildverarbeitungsprogramm ausgewertet und das Ergebnis vorzugsweise zuzüglich zur Unterscheidung einer Alarmstufe bestimmter Ordnung dem Sensorsystem aufgeschaltet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation der Fahrzeuglenkrichtung selbsttätig nachführbare richtungsveränderliche Sensoren verwendet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß zur Kompensation einer Fahrzeug-Nickbewegung einer künstlich angezeigten Straßen-Ebene erzeugt und zur Korrektur der Ortungsdaten dem Sensorsystem aufgeschaltet wird, und daß das Referenzsignal vorzugsweise durch einen Referenzkreisel erzeugt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Meßwertgeber zur Beurteilung der Beschaffenheit der Fahrbahndecke in an sich bekannter Weise ein Ultraschallsensor verwendet wird.

17. Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, mit Mitteln zur Abstandswarnung gegenüber bewegten und/oder unbewegten Hindernissen als Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge oder andere Hindernisse in der Fahrbahn, unter Verwendung eines Sensorsystems, wobei dieses insbesondere im Zusammenwirken mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer nachgeordneten Warneinrichtung sowie mit einer zugeordneten Prozeßperipherie wie Impulsgeneratoren, Verstärker, Signalumwandler bzw. Demodulator sowie elektronischem Filter zur Ausfilterung von Störsignalen z. B. schnellerer Ortungsobjekte u. dergl. ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung eine zentrale Auswerteinheit (23) in Verbindung mit einer Recheneinheit (30) aufweist, welche sowohl mit Mitteln (32, 35) zur Warnung von Fahrer und Nachfolgeverkehr als auch mit Mitteln (ABS) (33) zur graduellen Einleitung eines Bremsvorganges als auch fallweise mit Mittel zur Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Airbags (34), Ausfahren der Stoßstange, Straffung der Sicherheitsgurte etc. über Steuerleitungen in funktioneller Verbindung stehen.

18. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Vorderfront (17) des überwachten Fahrzeugs (1) wenigstens zwei Infrarot-(IR)Richtungsstrahler (3, 9) als Sendeeinheiten und wenigstens zwei IR-Echosignal-Empfänger (2) als Empfangseinheiten aufweist.

19. Einrichtung nach Anspruch 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (3) als IR-Richtstrahler mit einer engbündelnden Richt-Charakteristik zur Erzeugung einer Strahlenkeule (4) mit einer Strahlenausbreitung von 1° bis 4°, vorzugsweise ca. 2° ausgebildet sind.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger (2) als hochempfindliche IR-Halbleiter-Fotodetektoren (6) ausgebildet sind.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Empfänger (3) einen vorzugsweise parabolischen Empfangsspiegel (5) aufweist, in dessen Brennpunkt die Halbleiterdetektoren (6) angeordnet sind.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Sender (3) und ein Empfänger (2) eine selbständige Einheit (7) bildend miteinander verbunden bzw. in einem Gehäuse (8) integriert und somit als eine am Fahrzeug (1) als Zusatzgerät leicht anbringbare Baugruppe ausgebildet sind.

23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sender/

Empfänger-Einheiten (7) in gleichen Abständen an einem starren Trägerelement (10) angeordnet und mit diesem als Montage-Einheit (11) am Fahrzeug (1) anbringbar ausgebildet sind.

24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gehäuse (8) einer Sender/Empfänger-Einheit (7) nach vorn von einer Quarz-Scheibe (12) abgedeckt bzw. verschlossen ist und diese außen Mittel zur Scheibenreinigung (13) aufweist.

25. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß diese insbesondere als zusätzliche Sensoren wenigstens zwei, Bildobjekte aufweisende, hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras (14) in Stereosicht-Anordnung aufweist, die über Signalleitungen mit einem Bildauswert- bzw. Bildverarbeitungscomputer (15) in Verbindung stehen.

26. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß diese einen Referenzkreisel (16) aufweist.

27. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine Einrichtung zum selbsttätigen Nachführen der Sensoren (2, 3, 7, 8) in die Fahrzeuglenkrichtung aufweist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, durch Abstandswarnung bewegter oder unbewegter Ortungsobjekte wie Hindernisse, Fremdfahrzeuge oder dergleichen im Bereich der Fahrbahn unter Verwendung eines in der Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlende und Echosignale nach Reflexion am Hindernis auffangenden mindestens je einen Sender und einen Empfänger aufweisenden Sensorsystems, wobei dieses eine mit der Sender/Empfänger-Einrichtung gekoppelte und insbesondere mit zusätzlichen Meßwertgebern und einer nachgeordneten Warneinrichtung zusammenwirkende Auswerteinheit aufweist, welche die Echosignale verstärkt und auswertet, und wobei das Sensorsystem zumindest folgende Parameter erfaßt:

- a) Situationsparameter wie veränderliche Abstände zu vorausfahrenden oder in die Fahrbahn plötzlich eintretenden Objekten,
- b) Fahrzeugparameter wie Eigengeschwindigkeit, Eigengewicht, Lenkstellung,
- c) Umweltparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit/Regen, Glättezustand (Eisgefahr) der Fahrbahn.

Systeme zum Verhindern von Zusammenstößen zur Benutzung bei einem sich bewegenden Fahrzeug sind seit langem in vielfacher Ausführung bekannt.

Viele dieser Systeme verwenden als technische Grundlage im wesentlichen eine Radar-Anlage mit Sender und Empfänger, welche nach dem Rückstrahlprinzip arbeiten und mit Hilfe einer elektronischen Auswertungs-Einheit die Messung von Abstand und/oder Relativgeschwindigkeit zu einem Ortungsobjekt bzw. einem Hindernis im Bereich der Fahrbahn ermöglicht.

Ein Beispiel hierfür ist in der Zeitschrift "Spektrum der Wissenschaft", 6/80, Seite 24—34 beschrieben.

Beispielsweise kann mit einem kontinuierlich strahlenden FM-CW-Radar eine Abstandsortung mit Hilfe

einer geeigneten Frequenzmodulation ermittelt werden. Die Relativgeschwindigkeit zum Objekt kann unmittelbar aus der Doppler-Frequenzverschiebung ermittelt werden. Die Relativgeschwindigkeit zum Objekt kann unmittelbar aus der Doppler-Frequenzverschiebung abgeleitet werden (DE-OS 24 60 826).

Bei einer nach diesem Prinzip arbeitenden elektronischen Auswertung kann jedoch weder mit dem Doppler-Effekt noch mit Hilfe einer Echo-Signalfolge allein sicher unterschieden werden, ob das Echo von einem mitfahrenden, gefährlichen Hindernis oder von einem stationären Objekt, wie beispielsweise einem Baum an der Peripherie einer Kurve stammt. Aus dieser Schwierigkeit resultiert eine vergleichsweise hohe Fehlalarmquote, welche einer Einführung solcher Kollisions-Verhinderungssysteme bisher im Wege stand.

Die Fehlalarmquote der bekannten Systeme zu verringern ist die Aufgabenstellung der Erfindung. Die Lösung der Aufgabe wurde bereits auf vielfältige Weise versucht, jedoch bisher ohne durchgreifenden Erfolg. Weil es mit den bekanntgewordenen und zumeist im Versuchsstadium befindlichen Systemen grundsätzlich unmöglich ist, Fehlalarme bei vollständiger Überwachung des Fahrzeuges sicher auszuschließen, wurden viele Versuche darauf gerichtet, den Überwachungsbereich einzuschränken, um damit die Fehlerquote zu verringern.

Beispielsweise wird zu diesem Zweck das Wirkungsfeld der Radarkeule eingeschränkt, und zwar sowohl in der Ortungstiefe von maximal 100 bis 120 m, als auch im Ausbreitungswinkel auf maximal 2°. Hierfür wurde eine spezielle Art der Bündelung durch Überlagerung zweier gleichgerichteter Radarkeulen und eine besondere Auswertung der Echosignale vorgeschlagen (DE-OS 23 27 186).

Nach dieser Vorveröffentlichung ergibt sich eine Schwierigkeit insbesondere dadurch, daß bei bekannten Rückstrahl-Meßgeräten, die die Amplituden der empfangenden rückgestrahlten Schwingungen auswerten, der Streuquerschnitt beispielsweise zwischen einem Motorradfahrer und einem Kühlwagen etwa um den Faktor 10 hoch 4 verschieden ist. Auch ist es unzumutbar, Rückstrahl-Meßgeräte mit größeren Keulenebenen von z. B. 10° bis 15° heranzuziehen, weil hierdurch verwirrenderweise auch Fahrzeuge oder andere ungefährliche angemessene Rückstrahl-Objekte neben der eigenen Fahrbahn erfaßt werden und eine nicht vorhandene Kollisionsgefährdung vortäuschen. Um hier eine Verringerung der Fehlerquote herbeizuführen, wurde gemäß einem in der DE-OS 33 37 135 veröffentlichten Kollisionsverhinderungssystem für Fahrzeuge vorgeschlagen, ein Paar von Radargeräten zu verwenden, um eine Entfernung zwischen dem Fahrzeug und einem Objekt zu ermitteln und um zwei Dopplersignale in Übereinstimmung mit der Bewegung bezüglich des Fahrzeuges zu erzeugen. Dieses System weist eine Differenzialeinrichtung zum Differenzieren einer Phasendifferenz zwischen den Dopplersignalen bezüglich der Entfernung Fahrzeug/Objekt und eine Auswerteinrichtung zum Bestimmen der Kollisionsgefahr des Fahrzeuges mit dem Objekt auf der Basis des Ergebnisses eines Vergleichs des Differentialwertes mit einem vorbestimmten Bezugswert auf.

Um die nötige Sicherheit der Ortungsaussage zu gewinnen, muß gemäß Ausführungen in der vorgenannten Vorveröffentlichung, insbesondere auf Seite 3, ein äußerst genaues Erfassungssystem mit einem Fehler von 1% oder weniger geschaffen werden. Dabei ist es erforder-

lich, eine Genauigkeit von mehr als 99% für den gesamten Bereich der Dopplerfrequenz zu erzielen. Dies zwingt zu einer außerordentlich komplizierten Schaltungsanordnung, um die Frequenzen der beiden Dopplersignale mit der erforderlich hohen Genauigkeit in kurzer Zeit zu erhalten.

Der Erfindung liegt im Hinblick auf die vorangehend aufgezeigte Problematik und die bekannten Lösungen die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr anzugeben, welche es ermöglichen, die Kollisionsgefahr eines Fahrzeuges mit einem Hindernis in der Fahrbahn unter Verwendung möglichst unkomplizierter, preisgünstiger und sicher funktionierender Mittel zu verhindern und somit die Sicherheit im Straßenverkehr wesentlich zu erhöhen. Ein wesentlicher Teil der Aufgabenstellung beruht auch darin, ein Kollisionsverhinderungssystem für Fahrzeuge zu schaffen, welches die Möglichkeit aufweist, den Grad der akuten Gefährdung stufenweise zu unterscheiden und demgemäß jeweils die entsprechend erforderlichen und in jedem Falle richtigen Reaktionen durch den Fahrer oder selbsttätig auszulösen.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt in einem Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, wobei das Sensorsystem sowohl Situationsparameter als auch Fahrzeugparameter sowie Umweltparameter erfaßt, durch die folgenden Arbeitsschritte:

A. die Auswerteinheit errechnet aus den vom Sensorsystem erfaßten Parametern:

1. die relative Annäherungsgeschwindigkeit des Objektes,
2. die theoretische Zeitspanne bis zum Aufprall ohne Reaktion,
3. die momentan erforderliche Reaktion (Verzögerung) zur sicheren Verhinderung des Aufpralls,
4. die mögliche Bremsverzögerung unter Berücksichtigung der erfaßten Fahrzeug- und Umweltparameter,
5. den Beginn und die Bremskraft einer die Kollision verhindernden Bremsung,

B. die Auswerteinheit unterscheidet aufgrund der Ergebnisse von A.

ALARMSTUFE I bei Unterschreitung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes und veranlaßt hierfür:

akustische und/oder optische Warnung des Fahrers,
optische Warnung des Nachfolgeverkehrs durch Warnblinkung nach hinten,

ALARMSTUFE II bei weiterer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes ohne ausreichende Reaktion und veranlaßt hierfür:

zusätzlich zu den Maßnahmen der Stufe I eine selbsttätige Aktivbremsung des Bremssystems in zuvor berechneter Bremskraft nach A.,

ALARMSTUFE III bei dramatischer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich erkennbares Hindernis etc. und veranlaßt:

maximale Aktivierung des Bremssystems,
Aktivierung zusätzlicher Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstange ausfahren, Straffung der Sicherheitsgurte etc.

Mit großem Vorteil durch die von der Auswerteinheit errechnete Unterscheidung zwischen vorzugsweise unterschiedlich gefährlichen Alarmstufen wird die für jeden Gefährlichkeitsgrad der Situation entsprechend richtige Entscheidung hinsichtlich der erforderlichen Situation getroffen. Zugleich wird hierdurch erreicht, daß selbst im Fall eines zunächst fälschlich eingeschätzten Objektes keine gravierende Fehlreaktion eintreten kann, während andererseits bei einem hohen Gefährdungsgrad beispielsweise der Alarmstufe III, bei dramatischer Unterschreitung des Sicherheitsabstandes durch ein plötzlich in die Fahrbahn einscherendes oder erkennbares Hindernis die maximal mögliche Reaktion, nämlich 100% Aktivierung des Bremssystems und zuzügliche Aktivierung weiterer Sicherheitseinrichtungen wie Aufblasen von Airbags, Stoßstange ausfahren, Straffung der Sicherheitsgurte etc. veranlaßt wird. Selbstverständlich könnten durch das System auch mehr oder weniger als drei Alarmstufen unterschieden werden, die vorgeschlagene Stufung in drei Stufen I, II und III wird jedoch als optimal hinsichtlich Aufwand und Ergebnis angesehen.

Das zur Unterscheidung der Alarmstufen vorgesehene Computerprogramm basiert im wesentlichen auf den Grundgleichungen der mechanischen Physik für bewegte Massen (Körper).

Diese können wie folgt ausgedrückt werden:

$$\begin{aligned} 1. s &= a/2 \cdot t^2 \\ 2. v &= a \cdot t \\ 3. s &= 1/2 \cdot v^2/a \end{aligned}$$

Im folgenden werden folgende Formelzeichen verwendet:

v_f = Fahrzeuggeschwindigkeit,
 v_o = Objektgeschwindigkeit,
 v_a = Annäherungsgeschwindigkeit,
 a = maximal mögliche Bremsbeschleunigung; von den Umweltbedingungen abhängiger Erfahrungswert. Der Computer mißt Wagengewicht und den Straßenzustand (Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) und ermittelt aus Vergleichswerten den aktuell gültigen Wert.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Gleichungen, trifft die Auswerteinheit aufgrund eines vorgegebenen Algorithmus folgende Unterscheidungen, beispielsweise durch Rechnung mit allen Parametern:

falls $a_{min} 0,25 \cdot a_{max}$, dann Alarmstufe I
 falls $a_{min} 0,50 \cdot a_{max}$, dann Alarmstufe II
 falls $a_{min} 0,80 \cdot a_{max}$, dann Alarmstufe III

Ob es sich bei dem Objekt um einen Fußgänger, Zweiradfahrer oder ein Auto handelt, kann der Computer anhand der Objektgeschwindigkeit und der ungefähren Größe des Objekts (bestimmbar anhand der Anzahl der das Objekt messenden Sensoren oder anhand der Stärke des reflektierenden Signals) ermitteln. Somit können speziell auf das Auffahr Objekt abgestimmte Notmaßnahmen ergriffen werden, falls ein Aufprall nicht mehr zu verhindern ist. Dazu gehört die Anpassung der Knautschzone und das später beschriebene Aktivieren zusätzlicher Sicherheitssysteme. (Für Fußgänger z.B. ist naturgemäß eine nachgiebigere Knautschzone nötig als für schwere oder starre Objekte.)

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß das Sensorsystem zur Ortung eines Ortungsobjektes mindestens je einen vorzugsweise in Fahrtrichtung elektromagnetische Signale ausstrahlenden Sender und mindestens je einen Echosignale nach Reflexion am Objekt auffangenden Empfänger verwendet.

Die Verwendung dieser Funktionselemente ist mit vergleichsweise unkomplizierten Mitteln möglich, zudem preisgünstig und zuverlässig in der Funktion.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß vorzugsweise die an sich bekannte Reflexion von ausgestrahltem Infrarotlicht zu Bestimmung von Positionsdaten des Ortungsprojektes verwendet wird. Infrarot-Ortung ist bekanntlich unkompliziert, zuverlässig bei Tag und Nacht und mit handelsüblichen Mitteln kostengünstig durchführbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß zur Ortung des Objektes zwei vom Eigenfahrzeug ausgestrahlte gebündelte Ortungsstrahlen verwendet werden.

Durch eine starke Bündelung der Ortungsstrahlen werden Fehlalarme vermieden, wie sie bei stärker divergierenden Strahlen durch seitlich, beispielsweise in vergleichsweise dichtem Abstand fahrenden Fahrzeuge, in der Praxis vielfach ausgelöst werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sehen jeweils vor, daß zur Ortung drei Ortungsstrahlen, vier Ortungsstrahlen oder mehr als vier Ortungsstrahlen verwendet werden. Bei sehr dichter Basisentfernung solcher Ortungsstrahlen und einer vergleichsweise größeren Anzahl werden auch in größerer Nähe befindliche kleinere Objekte sicher erfaßt, wie sie beispielsweise von Mopedfahrern, Kindern, kleineren Hindernissen etc. dargestellt werden.

Dabei sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung vor, daß die Ortungsstrahlen im wesentlichen parallel ausgerichtet sind. Sie können aber auch jeweils um einen geringen Winkelbetrag von etwa 1° bis 2° divergierend ausgerichtet sein. Dementsprechend ist auch die Reichweite unterschiedlich, und zwar bei divergierenden Ortungsstrahlen etwas geringer als bei im wesentlichen parallel ausgerichteten Ortungsstrahlen.

Vorteilhaft können entsprechend einer weiteren Ausgestaltung die Ortungsstrahlen einen engbegrenzten, einen schmale Strahlungskeule erzeugenden Ausbreitungswinkel zwischen 1° und 3°, vorzugsweise 2°, aufweisen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht weiter vor, daß die Abstrahlungsorte der einzelnen Strahlen im wesentlichen in gleichmäßigen Abständen über die Breite der Fahrzeug-Vorderseite verteilt sind.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung sieht vor, daß die Frequenz eines jeden Ortungsstrahls mit frequenzmodulierten Signalen überlagert ist und die Ortung eines Objektes bei relativer Geschwindigkeitsänderung zum Eigenfahrzeug durch Messen der Laufzeitveränderung der Signale mit Hilfe der durch Dopplereffekt erzeugten Laufzeit-Interferenzen erfolgt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung können insbesondere zur Entfernungsmessung sowie zur Unterscheidung ruhender bzw. bewegter Ortungsobjekte als Sensoren — fallweise auch zusätzlich — wenigstens zwei Bildobjektive aufweisende, hochempfindliche Schwarz/Weiß-Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung verwendet werden, deren Bilder von einem Bildverarbeitungscomputer im Vergleich mit einem vorgegebenen Mustererkennungsprogramm ausgewertet und das Ergebnis vorzugsweise zuzüglich zur Unter-

scheidung einer Alarmstufe bestimmter Ordnung dem Sensorsystem aufgeschaltet wird.

Durch Kombination mehrerer dieser Kameras mit einem speziellen Bildverarbeitungscomputer ist sowohl eine Abstandsmessung, als auch eine Bewertung des Verkehrsgeschehens durch ein Mustererkennungsprogramm möglich. Mit dessen Hilfe können noch weitere differenzierte Entscheidungen wie beispielsweise das Ausweichen von Hindernissen ermöglicht werden.

Für eine erhöhte Funktionsfähigkeit in Kurven sind sich der Fahrzeuglenkrichtung automatisch anpassende Sensoren vorteilhaft. Sie verwenden eine drehbare Lagerung und eine Ausrichtung über ein Servosystem. Infolgedessen sieht eine Ausgestaltung des Verfahrens vor, daß zur Kompensation der Fahrzeuglenkrichtung selbsttätig nachführbare richtungsveränderliche Sensoren verwendet werden.

Vorteilhaft muß bei einem sicheren System für eine Kompensation von Meßfehlern gesorgt werden, welche durch Nickbewegungen des Fahrzeugs, beispielsweise durch Bodenunebenheiten verursacht werden können. Hierfür sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung weiter vor, daß zur Kompensation einer Fahrzeug-Nickbewegung relativ zur Fahrbahnebene ein Korrektur-Referenzsignal einer künstlich angezeigten Straßen-Ebene erzeugt und zur Korrektur der Ortungsdaten dem Sensorsystem aufgeschaltet wird und daß das Referenzsignal vorzugsweise durch einen Referenzkreis erzeugt wird.

Und schließlich sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens weiter vor, daß als zusätzlicher Meßwertgeber zur Beurteilung der Beschaffenheit der Fahrbahndecke in an sich bekannter Weise ein Ultraschallsensor verwendet wird.

Eine Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen, insbesondere für Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr, mit Mitteln zur Abstandswarnung gegenüber bewegten und/oder unbewegten Hindernissen als Ortungsobjekte wie Fremdfahrzeuge oder andere Hindernisse in der Fahrbahn unter Verwendung eines Sensorsystems, wobei dieses im Zusammenwirken insbesondere mit zusätzlichen Meßwterergebnissen und einer nachgeordneten Warneinrichtung mit zugeordneter Prozeßperipherie wie Impulsgeneratoren, Verstärker, Signalumwandler bzw. Demodulator sowie elektronische Filter zur Ausfilterung von Störsignalen, z. B. schnellerer Ortungsobjekte u. dergl. ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, ist dadurch gekennzeichnet, daß diese an der Vorderfront des überwachenden Fahrzeuges wenigstens zwei Infrarot-(IR)-Echosignal-Empfänger als Empfangs-Einheiten aufweist.

Mit Vorteil sind die Sender als IR-Richtstrahler mit einer engbündelnden Richt-Charakteristik zur Erzeugung einer Strahlenkeule mit einer Strahlausbreitung von 1° bis 4° , vorzugsweise ca. 2° ausgebildet.

Weiterhin können die Empfänger als hochempfindliche IR-Halbleiter-Fotodetektoren ausgebildet sein.

Hierbei ist insbesondere eine Ausbildung vorteilhaft, bei der jeder Empfänger einen vorzugsweisen paraboloidischen Empfangsspiegel aufweist, in dessen Brennpunkt die Halbleiterdetektoren angeordnet sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Einrichtung sind entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 21 bis 26 vorgesehen.

Die Erfindung wird in schematischen Zeichnungen in einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt, wobei aus den Zeichnungen weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung entnehmbar sind. Die Zeichnungen zeigen im

einzelnen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zum Verhindern von Zusammenstößen,

Fig. 2 eine zusätzliche Anordnung zweier schwarz-weiß Halbleiterkameras in Stereosicht-Anordnung als zusätzliche Sensoren zur Entfernungsmessung eines Ortungsobjektes, ebenfalls als vereinfachtes Blockschaltbild,

Fig. 3 einen Sender und einen Empfänger in einem gemeinsamen Gehäuse integriert, als eigenständige Baugruppe ausgebildet, in rein schematischer Darstellung im Schnitt,

Fig. 4 in Draufsicht mehrere in gleichen Abständen an einem Trägerelement angeordnete Sender/Empfänger-Einheiten.

In Fig. 1 bezeichnet Ziffer 1 ein Fahrzeug, an dessen Vorderfront 17 je zwei Richtungsstrahl-Sender 3, 3' und zwei Empfänger 2, 2' angeordnet sind. Es handelt sich hierbei um IR-Sender 3, 3' bzw. Empfänger 2, 2'. Diese weisen jeweils eine scharf bündelnde Richtcharakteristik auf, entsprechend üblichen Licht-Scheinwerfern. Die Sender stehen in Verbindung mit einem Frequenz-generator bzw. Modulator 18, der seinerseits von der Batterie 19 gespeist wird. Die Sender 3, 3' stehen weiterhin mit einer Steuerleitung in Verbindung mit den Demodulatoren 20, 20', denen auch die von den Empfängern 2, 2' aufgefundenen Impulse über die Verstärker 21, 21' aufgeschaltet werden. In den Demodulatoren 20, 20' wird die Frequenzabweichung Δf des empfangenen Signals gegenüber dem ausgesandten Signal f gewonnen. Diese ist ein niederfrequentes Interferenz-Signal. Es wird über die Signalleitungen 22, 22' der zentralen Auswert-Einheit 23 aufgeschaltet. An diese sind weiterhin eine Reihe von zusätzlichen Sensoren angeschlossen, und zwar ein Sensor 24 zur Signalisierung der Fahrzeuggeschwindigkeit, ein Sensor 25 mit einer Digitaleinstellung für das Fahrzeuggewicht, weiterhin ein Sensor 26 für die Witterungs-Außentemperatur und ein Sensor 27, welcher Trockenheit oder Regel signalisiert. Und schließlich ist ein Sensor 28 mit einer kombinierten Ultraschall-Sender/Empfänger-Einheit angeschlossen, der gegen die Fahrbahn gerichtet den Zustand der Straßendecke signalisiert und als zusätzliche Parameter der zentralen Auswert-Einheit 23 aufschaltet ist. Der zugeordnete Ultraschall-Generator ist mit der Ziffer 29 bezeichnet. Mit der zentralen Auswert-Einheit 23 integriert ist eine Rechneinheit 30 zur Unterscheidung der Alarmstufen aufgrund der Auswertung der der zentralen Auswert-Einheit aufgeschalteten Parameter. Die beiden mit einer unterbrochenen dünnen rechteckigen Linie umgrenzten Einheiten, nämlich die zentrale Auswert-Einheit 23 und die Rechneinheit 30, welche miteinander funktionell verbunden und integriert sind, stellen gemeinsam gewissermaßen den Sicherheits-Bordcomputer 31 dar. Dieser steuert als Kernstück der Einrichtung die Reaktionsmechanismen, und zwar einerseits für die Alarmstufe I eine akustische und vorzugsweise gleichzeitig optische Warneinrichtung 32 zur Warnung des Fahrers, welche an geeigneter Stelle im Cockpit angeordnet ist, sowie ein vom Computer 31 steuerbares, rein schematisch angedeutetes Bremssystem, wie es beispielsweise beim sogenannten ABS-Bremssystem bereits in der Praxis verwirklicht und angewendet ist. Damit können graduelle Bremsungen schwach-mittelvoll vorgegeben und realisiert werden, wobei eine Vollbremsung mit maximaler Verzögerung jedoch so erfolgt, daß die gebremsten Räder nicht blockieren können.

Als zusätzliche Sicherheitssysteme kommen alle diejenigen in Frage, welche in sehr kurzer Zeit, in Sekunden-Bruchteilen die sogenannte "Knautschzone" vergrößern. Dabei ist auch an Mechanismen gedacht, die die Verletzungsgefahr von Fußgängern verringern. Hier ist als Beispiel im System mit der Ziffer 34 ein Airbag-System rein schematisch angedeutet, mit einer Preßluftflasche und dem eigentlichen Gummiballon. Ein solcher kann sowohl zwischen Fahrer und Lenksäule als auch vor der Stoßstange und fallweise auch am Heck des Fahrzeugs aufblasbar angeordnet sein. Hierdurch wird die Sicherheit wesentlich vergrößert, falls trotz aller Vorsicht und Vollbremsung ein Aufprall dennoch nicht verhindert werden kann. Zu erwähnen sind noch spezielle rückseitige Warnblinkleuchten 35, welche bereits bei Alarmstufe I in Tätigkeit gesetzt werden und durch ein besonders intensives Rot-Blinklicht mit kurzen Blinkintervallen den nachfolgenden Verkehr auf erhöhte Gefahrensituationen aufmerksam macht.

Selbstverständlich muß sich das beschriebene System durch eine außerordentlich hohe Zuverlässigkeit auszeichnen. Dazu gehört insbesondere auch die Vermeidung von Fehlalarmen. Das kann im einzelnen durch folgende Maßnahmen unterstützt werden:

Für das System sind permanente Selbsttestverfahren vorgesehen. Das System schaltet sich bei Störungen automatisch ab und warnt den Fahrer. Ein Maximum an Sicherheit kann weiterhin durch doppelte Auslegung aller wichtigen Funktionseinheiten und Signal- bzw. Steuerleitungen erreicht werden. Bei den Sensoren empfiehlt sich ein Reinigungssystem, wie es bei Scheinwerfern verwendet wird.

Weiterhin können regelmäßige Messungen mit Eichentfernungen die Funktion und Zuverlässigkeit der Abstandssensoren sicherstellen. Diese Messungen können auch automatisch vom System intern vorgenommen werden, wenn die Sensoren mit einer Soll-Eichstrecke versehen werden, auf die die Sensoren zu Testzwecken ausgerichtet werden.

Zusätzlich können die Meßwerte permanent auf Plausibilität kontrolliert werden. Dies geschieht unter besonderer Beachtung typischer Fehlerursachen wie Ausfall/Verschmutzung eines Sensors, Fahrzeugschwankungen etc.

Die entscheidend neue Eigenschaft des erfindungsgemäßen Systems beruht in der Unterscheidung der Alarmstufen und der entsprechend selbsttätigen Einleitung stufenweiser Reaktionen einschließlich eines selbsttätigen und in der Stärke vorausberechneten Bremsvorganges bei Unterschreitung eines situationsbedingten Sicherheitsabstandes. Dabei können verschiedene Ausbaustufen realisiert werden. Diese reichen von einer akustischen bzw. optischen Warnung des Fahrers in unterschiedlichen Stufen bis hin zum komplexen System der Objekterkennung und Einleitung optimaler Reaktionen, wozu vor allem abgestufte Bremsvorgänge vorgesehen sind, und schließlich sind Ausbaustufen bis zur Aktivierung zusätzlicher Sicherheitssysteme wie Airbags und in einem noch weiter fortgeschrittenen Sicherheitsstadium die automatische Steuerung des Fahrzeugs, gestützt auf die komplexen Grundfunktionen des Bordcomputers 31, mit dem System nach der Erfindung möglich.

Fig. 2 zeigt die zusätzliche Anordnung zweier Halbleiterkameras 14, 14' in Stereosicht-Anordnung, deren Sichtstrahlen 36, 36' ein langsamer vorausfahrendes Objekt 37 erfassen. Diese stehen über Signalleiter 38, 38' mit einem Bildverarbeitungscomputer 15 in Verbin-

dung, welchem aus einer Einheit 38 mit digitaler Sollwert-Eingabe 39 ein Musterkennungsprogramm aufgeschaltet wird. Das Ergebnis wird zusätzlich zu den übrigen Informationen durch die in Fig. 1 gekennzeichneten Parameter mit der Signalleitung 40 dem zentralen Bordcomputer 31 aufgeschaltet und in üblicher Weise als zusätzliche Entscheidungshilfe vom Computer 31 verwertet.

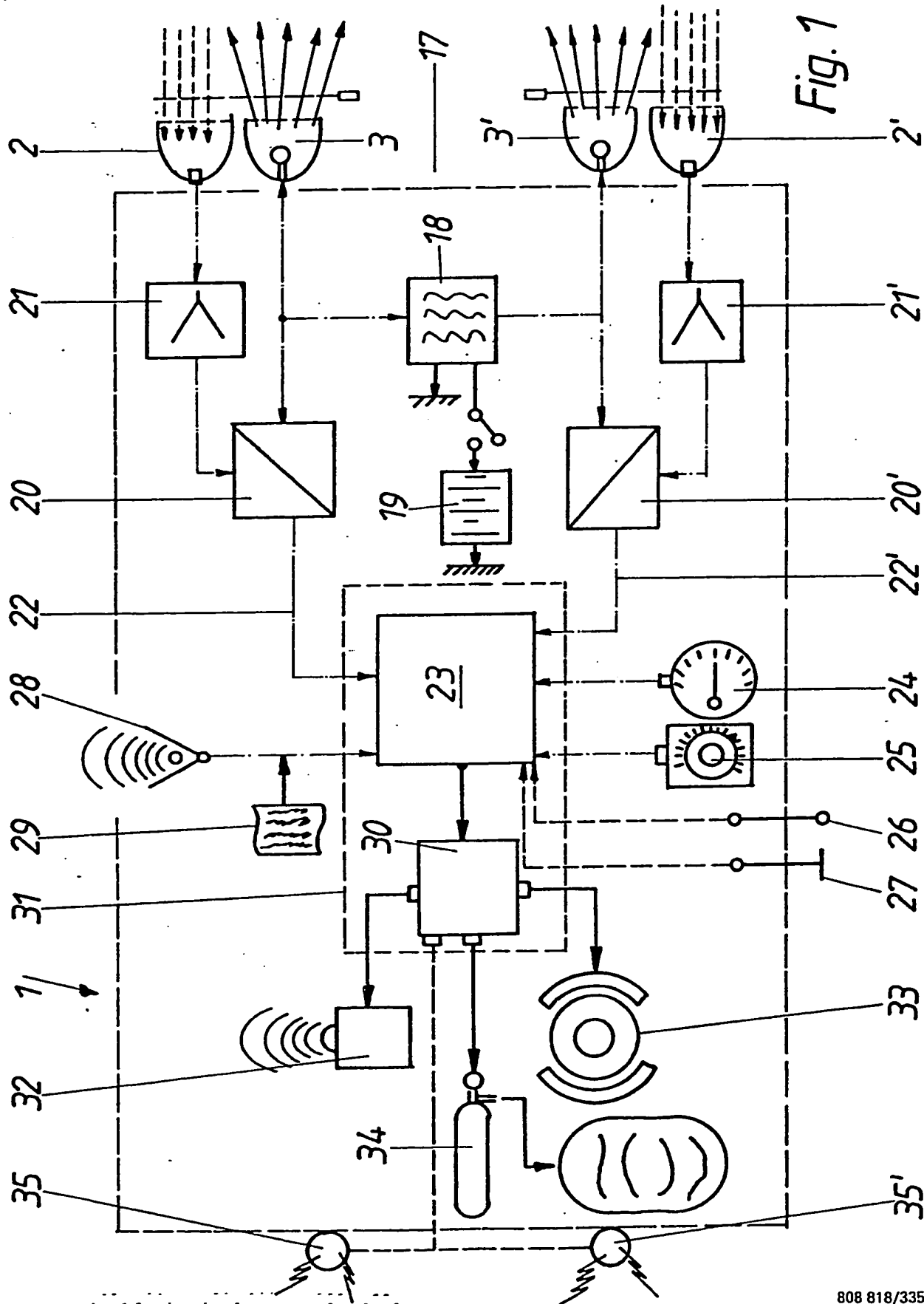
Fig. 3 zeigt eine Montageansicht 11 mit einem Sender 3 und einem Empfänger 2 in einem gemeinsamen Gehäuse 8. Beide Geräte sind von einer gemeinsamen Quarzscheibe 12 abgedeckt, welche zur permanenten Reinigung eine an sich bekannte Scheibenwischanordnung 13 mit einem Wischermotor 41 aufweist. Sowohl der Sender 3 als auch der Empfänger 2 weisen paraboloidische Reflektoren mit Richtcharakteristik auf. Im Brennpunkt des Empfangsspiegels 5 vom Empfänger 2 befindet sich, wie dies an sich bekannt ist, ein Halbleiterdetektor 6. Ebenso befindet sich im Brennpunkt des paraboloidischen Spiegels beim Sender 3 der Infrarotstrahler 42.

3637165

Nummer:
Int. Cl. 4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 37 165
G 01 S 13/93
31. Oktober 1986
5. Mai 1988

25



NACHGEREICHT

3637165

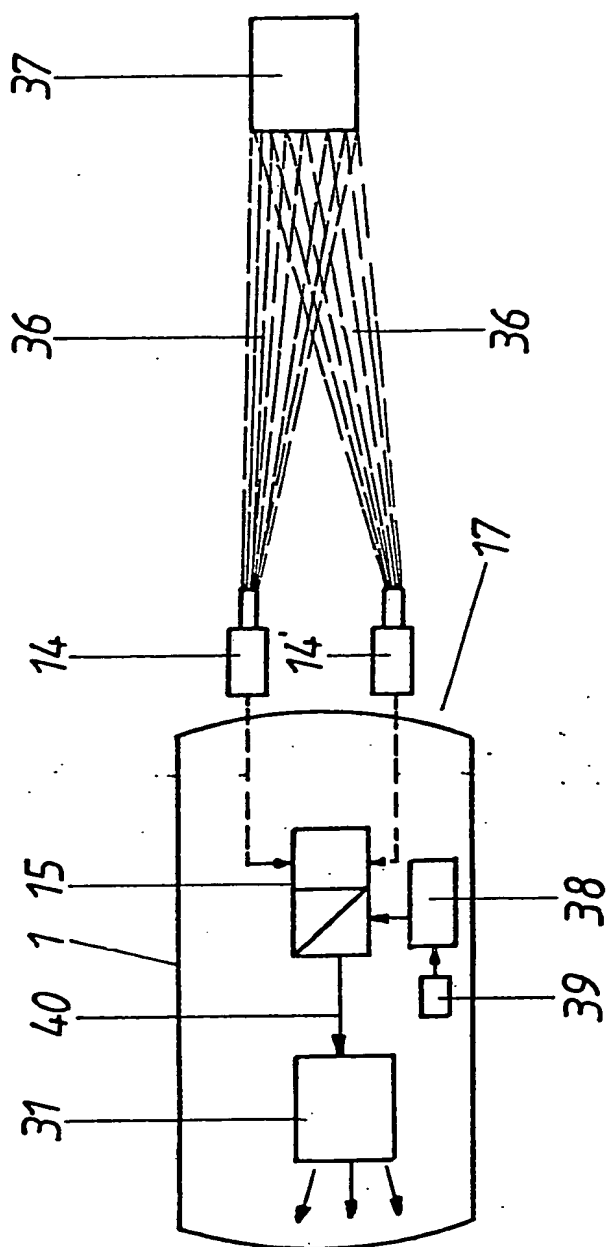


Fig. 2

3637165

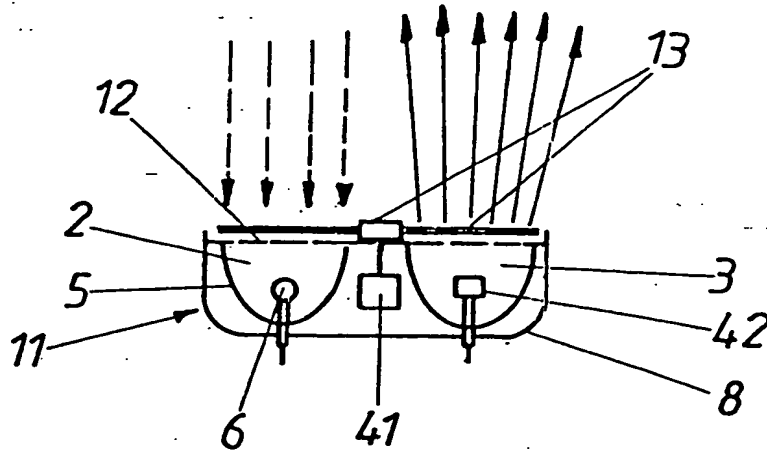


Fig. 3

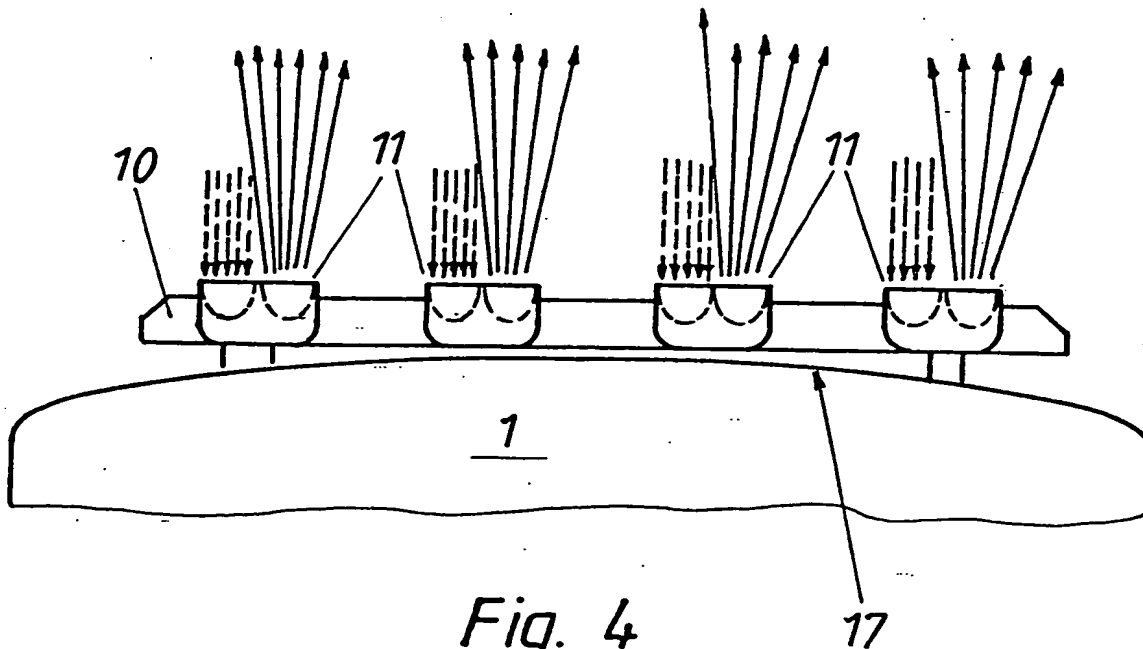


Fig. 4